

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. K. Bachmann

BELASTUNGSELEKTROKARDIOGRAMM UND KORONAROGRAMM

Vergleichende Untersuchung bei 448 Patienten unter
besonderer Berücksichtigung von Anastomosen,
Kollateralen und Rhythmusstörungen des Herzens

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Christa Schülner
aus Kronach

1976 1996

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. K. Bachmann

BELASTUNGSELEKTROKARDIOGRAMM UND KORONAROGRAMM

Vergleichende Untersuchung bei 448 Patienten unter
besonderer Berücksichtigung von Anastomosen,
Kollateralen und Rhythmusstörungen des Herzens

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Christa Schülner
aus Kronach

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof.Dr.E. Rügheimer

Referent: Prof.Dr.K. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Februar 1976

INHALTSVERZEICHNIS

A. Einleitung

B. Methodik

I. Koronarangiogramm

Indikation

Methode

Beurteilung

II. Belastungs- Ekg

Indikation

Methode

Beurteilung

C. Ergebnisse

I. Alters- und Geschlechtsverteilung des Gesamtkollektivs

II. Koronarangiographische Befunde:

1. Stenosegrad- Lebensalter

2. Stenosegrad- Versorgungstypen

3. Lokalisation der Stenosen



Digitized by the Internet Archive
in 2026

III. Anastomosen und kollateralen.

1. Koronarangiogramm-Anastomosen und kollateralen.

- a. Stenosegrad- Anastomosen und Kollateralen.
- b. Stenoseanzahl- Anastomosen und kollateralen.
- c. Lokalisation der Stenosen- Anastomosen und kollateralen.

2. Belastungs-ekg- Anastomosen und kollateralen.

- a. ischämiereaktion mit und ohne Anastomosen und kollateralen.
- b. Frequenzverhalten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen.

IV. Rhythmus- und Leitungsstörungen.

1. Häufigkeit aller Rhythmus- und Leitungsstörungen.

2. Rhythmus- und Leitungsstörungen im Ruhe- und Belastungs- Ekg - koronarangiographische Ergebnisse.

3. Rhythmus- und Leitungsstörungen- Aneurysma.

V. Diskussion.

E. Zusammenfassung.

F. Literaturangaben.

Einleitung

Das Belastungselektrokardiogramm nimmt in der Vorfeld-diagnostik der koronaren Herzerkrankung eine zentrale Stellung ein. Unter der Voraussetzung submaximaler Belastung und einer ST-Streckensenkung von mindestens 1 mm wird ein mit der intravitalen Röntgenanatomie des Koronargefäß-Systems übereinstimmender Befund erhalten. Durch den technologischen Fortschritt auf dem Gebiete der Kontrastmitteldarstellung des Koronargefäß-Systems, insbesondere durch die Entwicklung eines hochauflösenden Bildverstärkers konnten erstmals Gefäße bis hinab zu einem Durchmesser von 300 μ sichtbar gemacht werden. Damit läßt sich auch die biologische Reparation der koronaren Herzerkrankung durch Anastomosen und Kollateralen darstellen. Diese Gefäße sollten trotz Koronarverschluß den Myokardinfarkt verhindert und die durch Koronarsklerose eingeschränkte Koronarreserve normalisieren (2, 6, 19, 21, 27, 35, 43, 48).

Die Frage der funktionellen Bedeutung von Kollateralen und Anastomosen als biologisches Notstromaggregat soll in der vorliegenden Arbeit durch Vergleich von Koronarogramm und Belastungs-Elektrokardiogramm untersucht werden. Die Untersuchungen erlauben darüber hinaus eine Stellungnahme zu der Beziehung zwischen koronarer Herzerkrankung und Störungen der Reizbildung und Erregungsleitung. Hierbei interessiert die Frage, ob Rhythmusstörungen des Herzens bei Patienten mit haemodynamisch wirksamer Koronarerkrankung im Vergleich mit Koronargesunden gehäuft auftreten und durch die Entwicklung von Kollateralen und Anastomosen günstig beeinflußt werden.

B. Krankengut und Methodik

I. Koronarogramm

Es wurden 438 Patienten mittels selektiver Koronarographie untersucht. Die Indikationen dafür waren: Ausschluß einer Koronarerkrankung bei unklaren Herzbeschwerden; bei Patienten mit bekannter Koronarkrankheit wurde die Angiographie als Verlaufskontrolle oder wegen der Frage der Operabilität durchgeführt. Als Kontraindikationen galten: Alle akuten und inkurablen Erkrankungen, Niereninsuffizienz, bekannte Kontrastmittelunverträglichkeit, ein drohender oder frischer Herzinfarkt; außerdem hohes Alter, da die Untersuchung in diesem Fall keine therapeutischen Konsequenzen mehr hat.

Die selektive Koronarographie erfolgte nach der Methode Sones (49) oder Judkins (20, 23). Die Darstellung der Koronararterien erfolgte in den beiden halbschrägen Projektionen, wenn nötig, auch in intermediären Positionen. Bei allen Patienten erfolgte die Koronarographie in Kombination mit einer Laevokardiographie. Im linken Ventrikel wurden der systolische, der diastolische und der enddiastolische Druck gemessen, während von der Aorta der systolische, der diastolische und der Mitteldruck festgestellt wurden. Die Kranzarterien wurden mit 76%igem Urografen gefüllt und von einem hochauflösenden Bildverstärker mit einem Eingangsfeld von 17 cm mit der 35 mm, 70 mm und 100 mm- Kamera (Bildfrequenz 50 bzw. 6/ Sek.) aufgenommen. (Bachmann K., R. Maret, M. Pfeiler: Results of cineangiography as compared to single fram technique. In: Coronary Heart Disease (M. Kaltenbach, P. Lichtlen,). Thieme, Stuttgart 1971.

Auch das Vorhandensein von Anastomosen und Kollateralen wurde registriert. Anastomosen sind alle Gefäße, die aus angrenzenden Gefäßgebieten zum poststenotischen Bezirk führen. Kollateralen sind Umgehungsgefäße des stenosierten Abschnittes, die vom proximalen zum distalen, poststenotischen Bezirk verlaufen. Diese Gefäße wurden, je nach Ausdehnung, in schwach, mittelgradig und stark ausgeprägt eingeteilt. Das kleinste mit den verwendeten Geräten noch darstellbare Gefäß lag in einer Größenordnung von 300 .

Im koronarangiographischen Befund sind Versorgungstyp, Ausdehnung, Lokalisation und Schweregrad berücksichtigt:

1. Versorgungstypen:

R= Rechtsversorgungstyp

L= Linksversorgungstyp

N= Normalversorgungstyp

2. Ausdehnung:

L1-4= lokalisiert in 1-4 Koronargefäßen

D1-4= diffus in 1-4 Koronargefäßen

3. Lokalisation:

l= Hauptstamm der linken Kranzarterie

d= R. interventricularis anterior

c= R. circumflexus

r= rechte Kranzarterie

4. Schweregrad:

Stenosierung des Koronarlumens in
Prozent:

I: 0 - 25 %

II: 26 - 50 %

III: 51 - 75 %

IV: 76 - 100 %

Für die vorliegende Arbeit werden als pathologische Koronarangiogramme diejenigen gewertet, bei denen an mindestens einem Gefäß eine Einengung von wenigstens 50% vorliegt. In dieser Frage stimmen wir mit zahlreichen Autoren überein (10, 12, 13, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 36, 41, 43, 46). Von einigen (2, 9, 19) wird eine Einteilung verwendet, nach der nur Patienten mit Stenosen über 70 oder über 75% als Koronarkranke betrachtet werden. Für das hier untersuchte Krankenkollektiv wurde festgestellt (51), daß die Anzahl der pathologischen Ekgs sprunghaft ansteigt, sobald im Koronarogramm Stenosen über 50% enthalten sind. Das ist ein Hinweis dafür, daß solche Engen ausreichen, um zu einem Sauerstoffmangel des Herzens zu führen.

II. Belastungs- Ekg

Die Belastung aller Patienten erfolgte als Stufenbelastung mit dem Fahrradergometer. Es wurden folgende zwei Belastungsarten angewendet: Die Belastung auf einer Grundstufe über 4 min. mit anschließender Steigerung im Abstand von 2 min. und die Belastung mit einer einzigen Belastungsstufe über 6 min.. Angestrebt wurde eine submaximale Belastung entsprechend den Kriterien von Lester und Sheffield (47). Abbruchkriterien waren stenokardische Beschwerden, schwere Dyspnoe, starke Ermüdung, Schwindel, Übelkeit, paroxysmale Tachykardien und sehr stark ausgeprägte ST- Senkungen. Es wurden jeweils 12 Standardableitungen aufgezeichnet. Die Ekgs wurden fortlaufend am Monitor

beobachtet und in Abständen von 1 Minute registriert. In der Beurteilung der Ischämiekriterien gehen die Ansichten in der Literatur auseinander. Untersucher, die die Stufenbelastung nach Masters verwenden, geben oft eine St- Senkung von 0,5 mm als Kriterium an (8,11,18,40,41,43). Bei Belastung mit dem Fahrradergometer werden zum Teil St- Senkungen von 0,5 mm (26,36) , zum größeren Teil von 1 mm (12,13,19,25, 32,33,46,50) angegeben. Bei Bartel (2) wird die Differenz der St- Linie zwischen Ruhe- und Belastungs- Ekg gemessen, Lichtlen (31) fordert für die Brustwandableitungen tiefere Senkungen als für die Extremitätenableitungen. Für das von uns untersuchte Krankengut wurden die Ischämiekriterien ebenfalls untersucht (51). Dabei wurde festgestellt, daß die Summe von richtig positiven und richtig negativen Belastungs- Ekg's, bezogen auf das Koronarangiogramm und ausgedrückt in Prozent, am größten ist, wenn als Ischämiekriterium eine St- Senkung von 1 mm gewählt wird. Wählt man eine Senkung von 0,5 mm oder von mehr als 1 mm als Kriterium, so nehmen die richtig positiven und richtig negativen Diagnosen in beiden Fällen ab. Deshalb wird für unsere Untersuchung ein Ekg als pathologisch gewertet, wenn es eine horizontale oder descendierende St- Senkung von mindestens 1 mm aufweist. Ascendierende St- Senkungen werden nicht als pathologisch gewertet. Das Auftreten von Rhythmus- und Leitungsstörungen wurde ebenfalls festgehalten. Sie wurden nach dem Ort der Entstehung (Sinusknoten, Vorhof, Ventrikel), nach der Art der Störung (Reizbildungs- oder Reizleitungsstörung) und nach ihrem zeitlichen Auftreten (vor oder während Belastung) eingeteilt.

C. Ergebnisse

I. Alters- und Geschlechtsverteilung des Gesamtkollektivs

Die untersuchung umfaßt 438 Patienten. Sie sind 18 bis 73 Jahre alt und wurden in den Jahren 1970 bis einschließlich 1973 in der medizinischen Poliklinik Erlangen untersucht. Sie stellen als Patienten einer Poliklinik ein besonders inhomogenes Krankengut dar. Eine weitere Selektion erfolgte durch die Indikationen für die Koronarangiographie und das Belastungs- EKG.

Tabelle 1 zeigt die Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten. Von den 438 untersuchten sind 89 Prozent männlich und nur 11 Prozent weiblich. Dieses Ergebnis stimmt mit dem von Kaltenbach (24) und Lichtlen (31) überein, bei denen der Anteil weiblicher Patienten zwischen 10 und 15 Prozent liegt. Die Verteilung auf die Altersgruppen (Jede Gruppe umfaßt 5 Jahre) ist für Männer und Frauen unterschiedlich. Bei den Männern kamen die 45- 50- Jährigen am zahlreichsten zur Untersuchung, bei den Frauen die 51- 55- Jährigen. Die Tatsache, daß die Zahlen bei den Gruppen höheren Alters wieder abnehmen, läßt sich durch die Indikationen für die Koronarangiographische Untersuchung erklären.

II. Koronarangiographische Befunde

In den folgenden Untersuchungen werden die Kranken im Hinblick auf ihre koronarangiographischen Befunde näher

Tabelle 1

Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten (n=438 Patienten)

Ge-	A l t e r i n J a h r e n										Gesamt
	- 25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	65+	
schlecht											
Männlich	5	6	22	48	69	74	64	60	30	8	386
Weiblich	1	0	2	5	7	6	16	8	5	2	52
Gesamt	6	6	24	53	76	80	80	68	35	10	438

charakterisiert. von 438 Patienten haben 221 Stenosen unter 50 Prozent, bei 217 ist das Gefäßlumen über die Hälfte eingengt. Tabelle 2 enthält die Häufigkeit der Stenosegrade in den verschiedenen Altersgruppen. In dieser und in allen folgenden Untersuchungen wird bei Vergleichen zwischen Gruppen jeweils eines Stenosegrades immer das am stärksten arteriosklerotisch veränderte Gefäß zur Gruppeneinteilung herangezogen. Es sind also in den Stenosegradgruppen Gefäße mit geringeren Verengungen enthalten, die nicht einzeln erwähnt werden. Beim Gesamtkollektiv sind die Stenosegrade folgendermaßen vertreten:

keine Gefäßveränderung:	35 Prozent
Stenosegrad I:	8 Prozent
Stenosegrad II:	7 Prozent
Stenosegrad III:	20 Prozent
Stenosegrad IV :	30 Prozent

Betrachtet man nun deren Verteilung in den Altersgruppen, so stellt man erwartungsgemäß fest, daß der Anteil pathologischer Angiogramme mit zunehmendem Alter größer wird. Von 12 Patienten unter 30 Jahren hat nur einer eine hämodynamisch wirksame Stenose, (=1u Prozent) während bei den 45 Patienten über 60 Jahren 34, also 80 Prozent solche Stenosen aufweisen.

In Zeichnung 1 werden die normalen und die pathologischen Angiogramme in Prozent aller normalen bzw. pathologischen Angiogramme bei verschiedenen Altersgruppen aufgetragen. Bis zu 45 Jahren überwiegen in jeder Altersgruppe die normalen Angiogramme, während bei Patienten über 45 Jahren der Anteil hämodynamisch wirksamer Stenosen größer ist. Wie in Tabelle 3 ausgeführt wird, bestehen beim männlichen und beim weiblichen

Tabelle 2

Häufigkeit der einzelnen Stenosegrade in den verschiedenen Altersgruppen (n=438 Patienten)

Stenose- grad	A l t e r i n J a h r e n										Ge- samt
	-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	65+	
0	4	5	14	22	35	19	26	20	6	2	153
I	1	1	3	5	5	8	6	6	1	0	36
II	0	0	2	5	4	8	7	4	1	1	32
III	1	0	4	10	13	19	17	15	8	1	88
IV	0	0	1	11	19	26	24	23	19	6	129
Ge- samt	6	6	24	53	76	80	80	68	35	10	438

Häufigkeit der normalen und pathologischen Angiogramme in den verschiedenen Altersgruppen.

▨ = normale Angiogramme (keine Stenose, Stenosegrad I, II) Insgesamt 221 Pat. = 100%
 □ = Pathologische Angiogramme (Stenosegrad III, IV) Insgesamt 217 Patienten = 100%

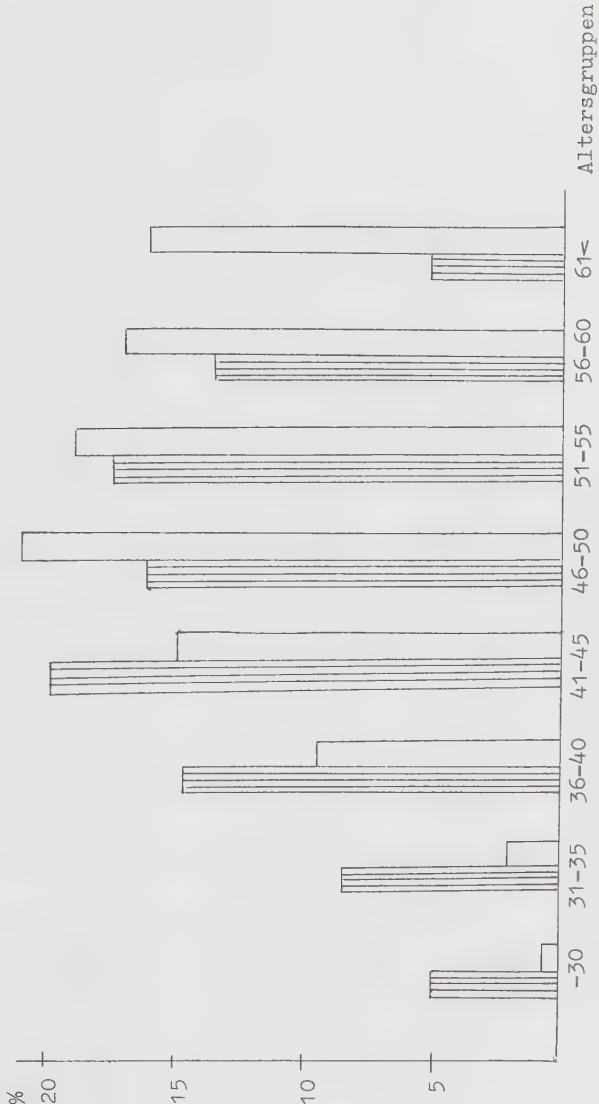


Tabelle 3

Aufteilung des Gesamtkollektivs nach angiographisch gesicherten Gefäßveränderungen in Abhängigkeit vom Alter.

Ste-nose-grad	A l t e r i n J a h r e n									Gesamt
	-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	
0, I, II	1	0	2	5	6	4	14	7	3	43
III, IV	0	0	0	0	1	2	2	1	2	9
Ge-samt	1	0	2	5	7	6	16	8	5	52

Frauen (n=52)

Ste-nose-grad	A l t e r i n J a h r e n									Gesamt
	-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	
0, I, II	4	6	17	27	38	31	25	23	5	178
III, IV	1	0	5	21	31	43	39	37	25	208
Ge-samt	5	6	22	48	69	74	64	60	30	386

Männer (n=386)

Kollektiv wesentliche Unterschiede. Von den 52 Frauen zeigen nur 9, das sind 17 Prozent, hämodynamisch wirksame Stenosen, während die 386 Männer 208, also 54 Prozent pathologische Angiogramme aufweisen. Bei den Frauen treten bei den über 40-Jährigen erstmals solche wirksamen Stenosen auf. Deren Anteil beträgt bei den 40- 60-Jährigen annähernd gleichmäßig 12 Prozent der Altersgruppe und steigt erst bei den über 60-Jährigen deutlich auf 45 Prozent an. Bei den Männern dagegen findet man schon bei den 25-Jährigen Stenosen über 50 Prozent. Ihr Anteil wird mit zunehmendem Alter kontinuierlich von 10- 80 Prozent größer. In Tabelle 4 wird betrachtet, wie häufig die Stenosegradgruppen bei den verschiedenen Versorgungstypen vorkommen. Bei 341 Patienten ist der Rechtsversorgungstyp mit 45 Prozent am häufigsten vertreten, gefolgt vom Normalversorgungstyp (38 Prozent). Am seltensten ist mit 17 Prozent der Linksversorgungstyp. Ein Zusammenhang zwischen Versorgungstyp und hämodynamisch wirksamer Koronarerkrankung kann nicht festgestellt werden. Bei den Patienten mit Rechtsversorgungstyp hatten 44 Prozent, mit Normalversorgungstyp 48 Prozent und mit Linksversorgungstyp 53 Prozent Stenosen von mehr als 50 Prozent. Es bestehen also keine signifikanten Unterschiede. Die Häufigkeit der Stenosegrade in Abhängigkeit von der Lokalisation der Engen wird in Tabelle 5 untersucht. Bei 285 Patienten mit arteriosklerotisch veränderten Koronargefäßen sind pro Patient durchschnittlich 2,8 Äste betroffen. Dabei zeigt der Ramus descendens der linken Kranzarterie mit 88 Prozent (bezogen auf 285 Patienten) am häufigsten Veränderungen. Der Unterschied zur rechten Kranzarterie (82 Prozent) ist allerdings gering. Der Ramus circumflexus der Arteria coronaria sinistra ist zu 70 Prozent

Tabelle 4

Häufigkeit der Stenosegrade bei den ver-
schiedenen Versorgungstypen(n=341 Patienten)

Stenose- grad	Versorgungstyp			Gesamt
	Rechts	Normal	Links	
0	57	44	20	121
I	12	10	7	29
II	16	14	0	30
III	28	23	16	67
IV	39	40	15	94
Gesamt	152	131	58	341

Tabelle 5

Aufteilung der Gefäßveränderungen in Abhängigkeit von der

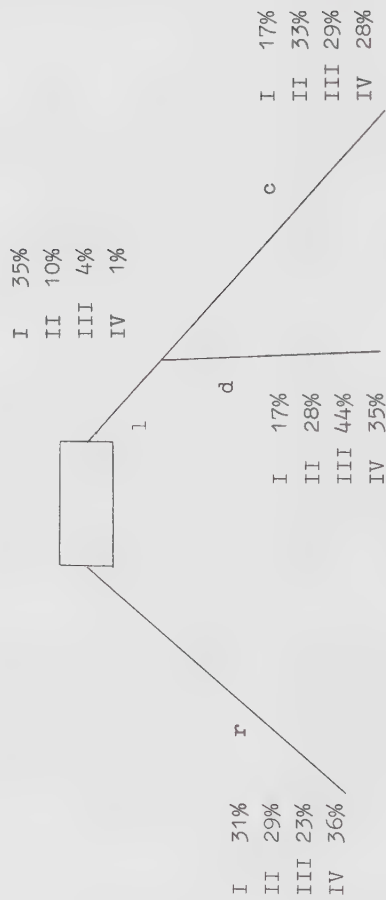
Lokalisation. (n=285 Patienten mit Koronarveränderungen)

Stenose- grad	L o k a l i s a t i o n				Gesamt
	r	l	d	c	
I	72	82	39	40	233
II	29	10	28	33	100
III	62	10	119	78	269
IV	69	2	67	51	189
Gesamt	232	104	253	202	791

Zeichnung 2

Prozentuale Aufteilung einzelner Stenosegrade nach Lokalisation.

(n = 285 Patienten mit Koronarveränderungen)



r = Arteria coronaria dextra

c = Ramus circumflexus

l = Hauptstamm der Arteria coronaria sinistra

d = Ramus descendens

betroffen, während der linke Hauptstamm nur in 37 Prozent der Fälle stenosiert ist. Zeichnung 2 zeigt die Verteilung der Stenosegrade auf die verschiedenen Gefäße in Prozent jeweils eines angiographischen Schweregrades. Dabei fällt auf, wie selten hämodynamisch wirksame Stenosen beim linken Hauptstamm vorkommen. Stenosegrad III: 4 Prozent, Stenosegrad IV: 1 Prozent, wohl deshalb, weil sie meist nicht überlebt werden. Beim Ramus Circumflexus der linken Kranzarterie sind III- und IV- gradige Stenosen in gleicher Häufigkeit zu finden. Der Ramus Descendens Anterior dagegen weist mehr III- als IV- gradige Stenosen auf. Der Unterschied beträgt 11 Prozent. Bei der rechten Kranzarterie ist das Verhältnis umgekehrt. Es sind um 13 Prozent mehr IV- als III- gradige Stenosen vorhanden. Die Häufigkeit von hämodynamisch wirksamen Stenosen bei unterschiedlicher Stenoseanzahl und den möglichen Gefäßkombinationen ist aus Tabelle 6 ersichtlich. Bei den 217 Patienten mit Stenosen über 50 Prozent ist bei 70 = 32 Prozent ein Gefäßast, bei 63 = 29 Prozent sind zwei, bei 78 = 36 Prozent drei und bei 6 = 3 Prozent vier Gefäßäste verengt. Der linke Hauptstamm kommt sowohl isoliert als auch in Kombination außerordentlich selten vor. Betrachtet man die Lin- Gefäßstenosen, so fällt auf, daß der Ramus Circumflexus der linken Kranzarterie deutlich seltener betroffen ist als die anderen Gefäße. Bei den Zwei- Gefäßstenosen ist es vor allem mit dem Ramus Descendens Anterior, bei den Drei- Gefäßstenosen mit der rechten Kranzarterie und dem Ramus Descendens Anterior kombiniert.

Tabelle 6

Aufteilung der Koronarkranken nach Lokalisation und Kombination der hämodynamisch wirksamen

Gefäßveränderungen (n=217) Patienten)

Lokalisation und Kombination der Gefäßveränderungen																	
Betroffene Äste	r	l	d	c	r	l	d	c	r	l	d	c	r	l	d	c	Gesamt
Anzahl	18	2	42	8	0	27	7	0	0	0	29	3	0	74	1	6	217

III. Anastomosen und Kollateralen

1. Koronarangiogramm- Anastomosen und Kollateralen

Tabelle 7 zeigt die Anzahl der Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen bei den einzelnen Stenosegraden. von den 438 untersuchten Patienten hatten 123 Anastomosen und Kollateralen. bei den Patienten mit intakten Koronargefäßen und bei solchen mit Einengungen bis 50 Prozent wurden keine Anastomosen und Kollateralen gefunden. von den 217 untersuchten, deren Koronargefäße Stenosen über 50 Prozent aufweisen, haben insgesamt 57 Prozent Anastomosen und Kollateralen. Betrachtet man deren Verteilung auf die einzelnen Stenosegrade, so ergeben sich für Stenosegrad III 16 Prozent, für Stenosegrad IV 85 Prozent. mit Hilfe des Unabhängigkeitstests haben wir einen Kontingenz-Koeffizienten von 0,56 errechnet, was mit 99,9 prozentiger Wahrscheinlichkeit einen Zusammenhang zwischen Schweregrad der Stenose und der Ausbildung von Anastomosen und Kollateralen beweist.

In Tabelle 8, 9 und in Zeichnung 3 wird der Zusammenhang zwischen Anastomosen- und Kollateralenbildung und der Anzahl der hämodynamisch wirksamen Stenosen betrachtet. Bei 88 Patienten mit Stenosegrad III (Tabelle 8) finden sich bei den Patienten mit einer Einengung 8 Prozent, mit zweien 11 Prozent Anastomosen und Kollateralen. Bei drei und vier stenosierte Arterien stieg der Prozentsatz mit 58 Prozent sprunghaft an. Am häufigsten werden Anastomosen beobachtet (71 Prozent von insgesamt 14 Anastomosen und

Tabelle 7

Anzahl der Patienten mit und ohne Anastomosen und
Kollateralen (n=438 Patienten)

Stenose grad	mit Anastomosen Kollateralen	ohne Anastomosen Kollateralen	Gesamt
0,I,II	0	221	221
III	14	74	88
IV	109	20	129
Gesamt	123	315	438

Tabelle 8

Angiographisch nachgewiesene Anastomosen und Kollateralen in Abhängigkeit von der Anzahl der erkrankten Gefäße mit Stenosegrad III. (n=88 Patienten)

Anastomosen Kollateralen	Anzahl der Gefäße mit Stenosegrad III				Gesamt
	1	2	3	4	
Anastomosen	3	3	3	1	10
Kollateralen	0	0	2	0	2
Anastomosen und Kollateralen	1	0	1	0	2
Gesamt	4	3	6	1	14
Keine Anastomosen oder Kollateralen	45	24	5	0	74
Gesamt	49	27	11	1	88

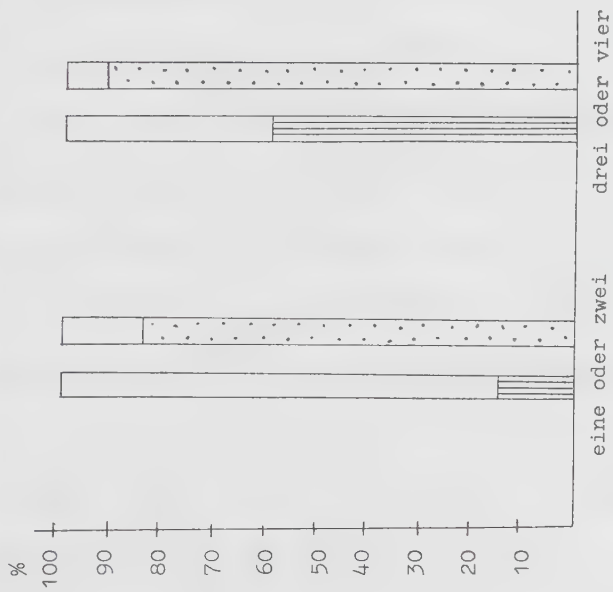
Tabelle 9

Angiographisch nachgewiesene Anastomosen und Kollateralen in Abhängigkeit von der Anzahl der erkrankten Gefäße mit Stenosegrad IV. (n=129 Patienten)

Anastomosen Kollateralen	Anzahl der Gefäße mit Stenosegrad IV				Gesamt
	1	2	3	4	
Anastomosen	35	6	2	0	43
Kollateralen	7	1	2	1	11
Anastomosen und Kollateralen	28	20	7	0	55
Gesamt	70	27	11	1	109
Keine Anastomosen oder Kollateralen	14	5	0	1	20
Gesamt	84	32	11	2	129

Zeichnung 3

Angiographisch nachgewiesene Anastomosen und Kollateralen bei verschiedenen Schweregraden und verschiedener Anzahl der Stenosen. |||| = Stenosegrad III |||| = Stenosegrad IV



Kollateralen), während Kollateralen und die Kombination beider mit je 14,5 Prozent nur selten vorkommen. Bei den 129 Patienten mit Schweregrad IV (Tabelle 9) wird mit zunehmender Stenoseanzahl ein kontinuierlicher Anstieg von Anastomosen und Kollateralen beobachtet. Er beginnt bei einem eingengten Gefäß mit bereits 83 Prozent, steigt bei zwei Stenosen auf 85 Prozent, bei mehr als zweien auf 92 Prozent an. Die Summe der Anastomosen und Kollateralen beträgt 109. Davon ist die Kombination beider zu 50 Prozent Anastomosen allein sind zu 40 Prozent vertreten. Isolierte Kollateralen sind auch hier mit 10 Prozent am seltensten vorhanden. In Zeichnung 3 wird das Verhalten der bisher untersuchten Gruppen miteinander verglichen. Sowohl bei Stenosegrad III als auch bei IV bleibt die Anzahl der Anastomosen und Kollateralen fast gleich, wenn ein oder zwei Gefäße verengt sind. Sind mehr als zwei Gefäße befallen, so wird der Anteil von Anastomosen und Kollateralen deutlich größer. Die Ausbildung von Anastomosen und Kollateralen hängt also, bei Stenosegrad III stärker als bei IV, von der Anzahl der Stenosen ab.

Wie bereits erwähnt, werden bei der oben beschriebenen Untersuchung für die Einteilung in angiographische Schweregrade Kombinationen mit weniger starken Stenosen nicht berücksichtigt. Es wird daher untersucht ,welcher Faktor für die Ausbildung von Anastomosen und Kollateralen von größerer Bedeutung ist: Die Stärke der Einengung oder die Kombination mit anderen hämodynamisch wirksamen Stenosen. Da die Gruppe mit Stenosegrad III nur mit hämodynamisch

unwirksamen Gefäßveränderungen kombiniert ist, bei denen in unserem Krankengut keine Anastomosen und Kollateralen gefunden werden, werden in der folgenden Untersuchung nur Stenosen vom Typ III und IV und die Kombination dieser beiden betrachtet. In Tabelle 10 werden 49 Patienten mit einer III- gradigen mit 84 Patienten mit einer IV- gradigen Stenose verglichen. Bei den Patienten mit einer III- gradigen Stenose haben 8 Prozent Anastomosen und Kollateralen, während es bei den 20 Untersuchten mit einer isolierten IV- gradigen Stenose 80 Prozent sind. Bei den Patienten, deren Gefäßstenosen Kombinationen zwischen Schweregrad III und IV aufweisen, steigt der Anteil der Anastomosen und Kollateralen demgegenüber nur noch wenig an. Bei der Zusammensetzung IV,III sind es 86 Prozent, bei IV,III,III 82 Prozent. Die Verbindung IV,III,III,III wird nur bei zwei Patienten gefunden, die beide Anastomosen und Kollateralen haben. Damit ist bewiesen, daß für deren Ausbildung bei Stenosegrad IV die Stärke der Gefäßverengung von weit- aus größerer Bedeutung ist als die Kombination mit III- gradigen Stenosen. Dieses Ergebnis wird durch Tabelle 11 und Zeichnung 4 untermauert, in denen bei 210 Untersuchten die Ausbildung von Anastomosen und Kollateralen bei Patienten mit gleicher Stenoseanzahl und unterschiedlichen Schweregradkombinationen betrachtet werden. Immer, wenn bei den Kombinationen eine IV- gradige Erkrankung enthalten ist, steigt die Anzahl der Anastomosen und Kollateralen steil an. Betrachtet man die Gruppen, einzeln, so findet man in jeder mit zunehmender Anzahl von IV- gradigen Stenosen auch eine zunehmende Anzahl von Anastomosen und Kollateralen. Die einzige deutliche Ausnahme bildet die Kombination

Tabelle 10

Beziehung zwischen hämodynamisch wirksamen Gefäßstenosen
und angiographisch nachgewiesenen Anastomosen und
Kollateralen. (n= 133 Patienten)

Stenose- grad	mit Anastomosen Kollateralen	ohne Anastomosen Kollateralen	Gesamt
III	4	45	49
IV	16	4	20
IV, III	25	4	29
IV, III, III	27	6	33
IV, III, III, III	2	0	2
Gesamt	74	59	133

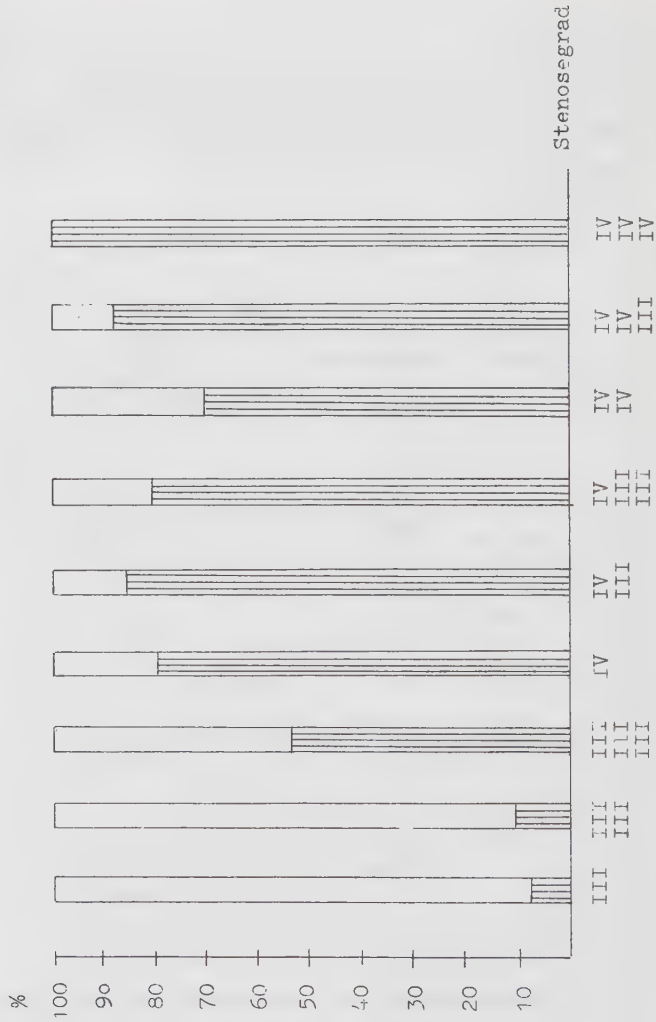
Tabelle 11

Häufigkeit der Anastomosen und Kollateralen bei verschiedener Anzahl und verschiedenen Schweregraden der hämodynamisch wirk-samen Stenosen. (n = 210 Patienten)

Anzahl und Schwere- grade der Stenosen		Anastomosen Kollateralen		Gesamt
		ja	nein	
eine	III	4	45	49
	IV	16	4	20
	Gesamt	20	49	69
zwei	III, III	3	24	27
	III, IV	25	4	29
	IV, IV	5	2	7
	Gesamt	33	30	63
drei	III, III, III	6	5	11
	III, III, IV	27	6	33
	III, IV, IV	21	3	24
	IV, IV, IV	10	0	10
	Gesamt	64	14	78
Gesamt		117	93	210

Zeichnung 4

Prozentualer Anteil der Koronarkranken mit Anastomosen und Kollateralen bei versch. edener. Schweregraden und verschiedener Anzahl hämodynamisch wirksamer Stenosen. (n = 210 Patienten)



IV,IV, die mit 71 Prozent weniger solche Gefäße aufweist als die vorhergehende III,IV- Kombination mit 86 Prozent. Der Grund ist darin zu suchen, daß sie mit 7 Patienten die kleinste der untersuchten Gruppen ist. Aus der Zeichnung läßt sich außerdem ersehen, daß selbst bei drei III- gradigen Stenosen nicht so häufig Anastomosen und Kollateralen zu finden sind wie bei einer isolierten IV- gradigen Erkrankung.

Tabelle 12 zeigt, welche Bedeutung die Lokalisation der Stenose für die Entstehung von Anastomosen und Kollateralen hat. Da es bei mehreren Stenosen nicht mehr eindeutig zu klären ist, durch welche Gefäßeinengung die Bildung der Umgehungskreisläufe hervorgerufen wird, werden Koronarangiogramme verwendet, bei denen nur ein Ast über 75 Prozent eingengt ist. Bei den 84 Untersuchten sind Kombinationen mit Stenosegrad III enthalten, die jedoch für die Ausbildung von Anastomosen und Kollateralen nur wenig Bedeutung haben (siehe oben). Kein Patient zeigt eine IV- gradige Stenose des linken Hauptstammes, da solche starken Einengungen hier nicht überlebt werden. Bei der rechten Kranzarterie werden mit 94 Prozent am meisten Umgehungskreisläufe gefunden. Beim ramus descendens der Arteria coronaria sinistra sind es 79 Prozent, der ramus circumflexus der linken Kranzarterie zeigt 74 Prozent Anastomosen und Kollateralen. Bei allen drei Gefäßen werden wenige (10 Prozent) isoliert auftretende Kollateralen gesehen. Die Anastomosen, insgesamt 50 Prozent, und die Kombination beider (40 Prozent) erscheinen bei den einzelnen Gefäßen mit wechselnder Häufigkeit.

Tabelle 12

Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Anastomosen
und Kollateralen und der Lokalisation einer Gefäßstenose
von Grad IV (n= 84 Patienten)

Anastomosen Kollateralen	Lokalisation der Stenose				Gesamt
	l	d	c	r	
Anastomosen	0	14	11	10	35
Kollateralen	0	1	2	4	7
Anastomosen und Kollateralen	0	11	1	16	28
Gesamt	0	26	14	30	70
Keine Anastomosen und Kollateralen	0	7	5	2	14
Gesamt	0	33	19	32	84

2. Belastungs - Ekg - Anastomosen und Kollateralen

In den nun folgenden Kapiteln sollen die Auswirkungen von Anastomosen und kollateralen auf das Belastungs- Ekg untersucht werden. Da sich darin ischämiebedingte Myokardschäden am deutlichsten in der ST- Senkung manifestieren, müßte eine mögliche Schutzfunktion dieser Gefäße ein unterschiedliches Ergebnis bei Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen erbringen. Tabelle 13 zeigt die Anzahl der Ausbelasteten und der nicht Ausbelasteten bei den Gruppen mit und ohne Anastomosen und Kollateralen. Das Maß für eine ausreichende Belastung ist die erreichte Herzfrequenz. Die maximale Herzfrequenz wurde nach Sheffield (47) nach folgender Regressionsgleichung berechnet:

$205 - (0,41 \text{ mal Alter in Jahren}) = \text{maximale Frequenz.}$

Die Gleichung gilt für untrainierte Probanden. In unserer Untersuchung gilt als ausbelastet, wer 80 Prozent dieser maximalen Frequenz erreichte. In der Tabelle werden Ekg-Veränderungen nicht betrachtet. Von 217 Untersuchten erreichten 17,5 Prozent die submaximale Belastung. In der Gruppe mit Stenosegrad III sind die Patienten mit Anastomosen und Kollateralen mit 21 Prozent etwas zahlreicher bei den Ausbelasteten vertreten als die Patienten ohne Anastomosen und Kollateralen mit 15 Prozent. Bei den IV- gradigen Verengungen verhält es sich umgekehrt. Mit Anastomosen und Kollateralen sind 18 Prozent ,ohne 20 Prozent ausbelastet. Die Unterschiede sind in keinem Fall signifikant. Tabelle 14 enthält bei den gleichen untersuchten Gruppen (217 Patienten) die interpretierbaren und die nicht interpretierbaren Ekgs. Dabei wird ein Ekg als interpretierbar bewertet, wenn entweder die submaximale Herzfrequenz erreicht wurde oder eine

Tabelle 13

Zusammenhang zwischen Stenosegrad, bei Belastung erreichter Herzfrequenz und dem Vorhandensein von Anastomosen und Kollateralen. (n = 217 Patienten mit Stenosegrad III/IV)

Stenose- grad	Anastomosen Kollateralen	Belastungsfrequenz	
		80% der maximalen Herzfrequenz	80% der maximalen Herzfrequenz
III	nein	11	63
	ja	3	11
IV	nein	4	16
	ja	20	89
Gesamt		38	179
			217

Tabelle 14

"Interpretierbare" und nicht "Interpretierbare" EKG s bei den Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen. (n=217 Patienten)

Stenose- grad	Anastomosen Kollateralen	Interpretierbar	nicht Interpretierbar	Gesamt
III	nein	53	21	74
	ja	11	3	14
IV	nein	14	6	20
	ja	92	17	109
Gesamt		170	47	217

ischämische St- Senkung von 1 mm gefunden wird. Die Gruppe der interpretierbaren Ekgs enthält also zusätzlich zu den in Tabelle 13 aufgeführten Ausbelasteten noch die Ekgs derer, die vor Erreichen der geforderten Herzfrequenz eine verwertbare St- Senkung zeigten. Bei Stenosegrad III beträgt die Anzahl dieser vorzeitig abgebrochenen Belastungs- Ekgs ohne Anastomosen und Kollateralen 42=57 Prozent, mit Anastomosen und Kollateralen 9 = 64 Prozent. Bei IV- gradigen Stenosen finden sich ohne Anastomosen und Kollateralen 10 = 50 Prozent, mit 72 = 66 Prozent. Es wird also in beiden Stenosegradgruppen bei mehr Patienten mit Anastomosen und Kollateralen die Belastung vorzeitig wegen St- Senkung abgebrochen als in den Vergleichsgruppen ohne Anastomosen und Kollateralen. Daher zeigen die Patienten mit Anastomosen und Kollateralen mehr interpretierbare Ekgs als die Vergleichsgruppen:

Stenosegrad III: mit Anastomosen, Kollateralen: 79 Prozent

Stenosegrad III: ohne Anastomosen, Kollateralen: 72 Prozent

Stenosegrad IV: mit Anastomosen, Kollateralen : 84 Prozent

Stenosegrad IV: ohne Anastomosen, Kollateralen: 70 Prozent

Insgesamt haben 170 Patienten ein interpretierbares Ekg.

Bei diesen 170 Patienten wird der Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Belastungs- Ekgs und den koronarangiographischen Befunden geprüft. In Tabelle 15 werden pauschal die Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen miteinander verglichen. Drückt man die pathologischen Ekgs in Prozent der jeweils untersuchten Gruppe aus, so ergeben sich: Bei den Patienten ohne Anastomosen und Kollateralen 92,5 Prozent richtig positive Diagnosen,

Tabelle 15

Untersuchung der "interpretierbaren" Belastungs-EKGs bei Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen unter Berücksichtigung des Vorhandenseins von Anastomosen und Kollateralen. (n = 170 Patienten)

Anastomosen Kollateralen	Interpretierbare Belastungs-EKGs bei Koronarkranken		Gesamt
	normal	path.	
nein	5	62	67
ja	10	93	103
Gesamt	15	155	170

bei den Untersuchten mit Anastomosen und Kollateralen 91 Prozent. Der Unterschied ist mit 1,5 Prozent zu gering, um eine Wirkung der Umgehungsgefäße bestätigen zu können. Auch wenn der Zusammenhang Belastungs- Ekg- Angiogramm für die einzelnen Stenosegrade getrennt betrachtet wird (Tabelle 16), ergibt sich keine wesentliche Differenz zwischen den Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen. Bei Stenosegrad III finden wir ohne Anastomosen und Kollateralen 92,5 Prozent richtig positive Belastungs-Ekgs, mit Anastomosen und Kollateralen 90,1 Prozent. Für Stenosegrad IV sind es 92,2 Prozent bei Patienten ohne und 90 Prozent bei solchen mit Umgehungsgefäßen. Der Unterschied beträgt in beiden Gruppen 2 Prozent und ist auch hier nicht signifikant. Eine eventuelle Wirkung von Anastomosen und Kollateralen auf das Ekg würde sich am ehesten manifestieren, wenn diese Gefäße besonders stark ausgeprägt sind. Von dieser Überlegung ausgehend, werden die normal ausgebildeten mit den außerordentlich deutlich ausgeprägten Umgehungsgefäßen verglichen(Tabelle 17). Der Prozentsatz richtiger Diagnosen beträgt bei normaler Ausbildung 92 Prozent, bei besonders deutlicher Ausbildung 89 Prozent. Es ist also auch hier kein wesentlicher Unterschied zu finden.

Anastomosen und Kollateralen wirken sich auf die Anzahl der pathologischen Ekgs also nicht aus. Ihre mögliche Auswirkung auf die bei Belastung erreichte Herzfrequenz wird in Tabelle 18, 19, und in Zeichnung 5 untersucht. Die in Tabelle 18 betrachteten 155 Patienten haben alle hämodynamisch wirksame Stenosen und pathologische Belastungs- Ekgs. Die Belastung ist in Prozent der maximalen Herzfrequenz

Untersuchung der "interpretierbaren" Belastungs-EKG s bei Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen unter Berücksichtigung des Vorhandenseins von Anastomosen und Kollateralen bei den einzelnen Stenosegraden. (n = 170 Patienten)

Stenose- grad	Anastomosen Kollateralen	Interpretierbare Belastungs- EKG s		Gesamt
		normal	pathologisch	
III	nein	4	49	53
	ja	1	10	11
IV	nein	1	13	14
	ja	9	83	92
Gesamt		15	155	170

Tabelle 17

Untersuchung der "interpretierbaren" Belastungs - EKG s bei Patienten mit hämo-
dynamisch wirksamen Stenosen unter Berücksichtigung des Vorhandenseins von normal
und besonders stark ausgeprägten Anastomosen und Kollateralen. (n = 103 Patienten)

Anastomosen Kollateralen	"Interpretierbare" Belastungs -EKG s		Gesamt
	normal	path.	
normal ausgeprägt	6	70	76
besonders stark ausgeprägt	3	24	27
Gesamt	9	94	103

Tabelle 18

Untersuchung der durchschnittlich erreichten Belastungsfrequenz bei den Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen. (n=155 Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen und

pathologischen EKGs)

Stenose- grad	Anastomosen Kollateralen	Mittlere erreichte Frequenz bei path. Belastungs-EKG	Anzahl der Untersuchten
III	nein	68,9	49
	ja	65,2	10
IV	nein	74	13
	ja	65,5	83

Tabelle 19

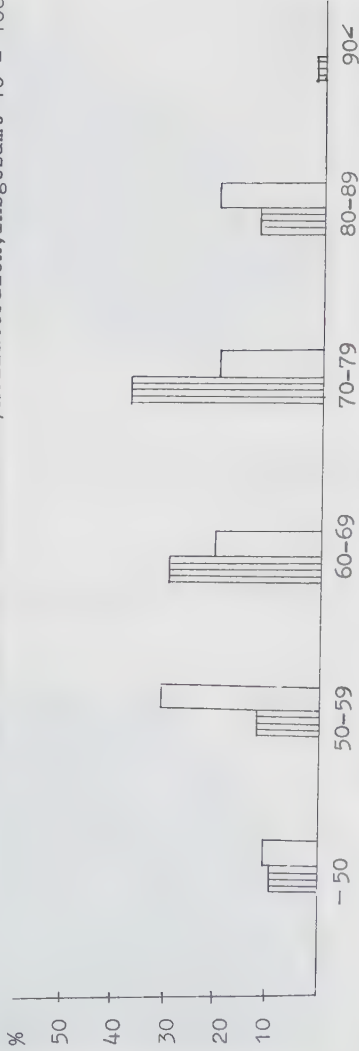
Zusammenhang zwischen Stenosegrad, Anastomosen und Kollateralen und erreichter Belastungsfrequenz. (n = 155 Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen und pathologischem Belastungs-EKG)

Stenose- grad	Anastomosen Kollateralen	Erreichte Herzfrequenz in Prozent der maximalen Herzfrequenz					Gesamt	
		-50	50-59	60-69	70-79	80-89		90+
III	nein	4	6	14	18	6	1	49
	ja	1	3	2	2	2	0	10
IV	nein	0	0	4	6	3	0'	13
	ja	8	26	18	18	9	4	83
Gesamt		13	35	38	44	20	5	155

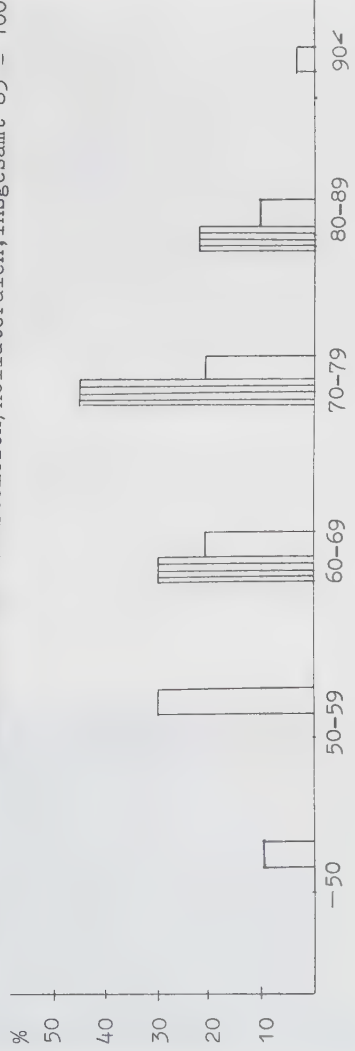
Zeichnung 5

Zusammenhang zwischen Stenosegrad, Anastomosen und Kollateralen und erreichter Belastungsfrequenz.

Stenosegrad III :  Patienten ohne Anastomosen oder Kollateralen, insgesamt 49 = 100%
 Patienten mit Anastomosen/Kollateralen, insgesamt 10 = 100%



Stenosegrad IV :  Patienten ohne Anastomosen oder Kollateralen, insgesamt 13 = 100%
 Patienten mit Anastomosen/Kollateralen, insgesamt 83 = 100%



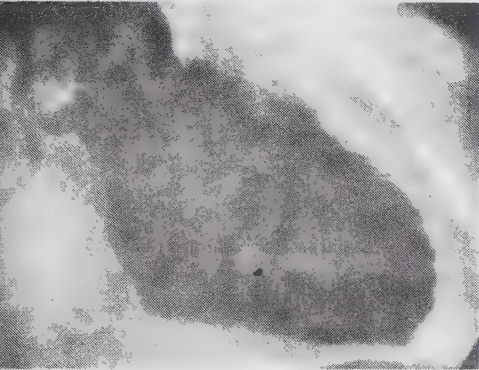
erreichte Frequenz in Prozent der maximalen Herzfrequenz

erreichte Frequenz in Prozent der maximalen Herzfrequenz

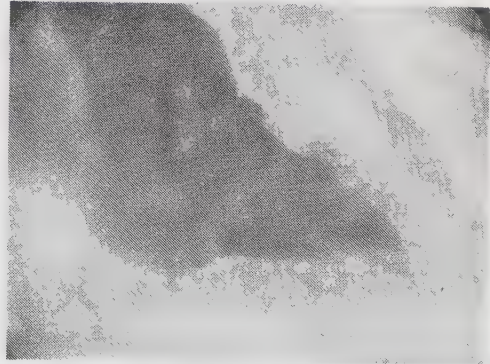
Abb.1a

LAEVOKARDIOGRAMM

ENDDIASTOLISCH

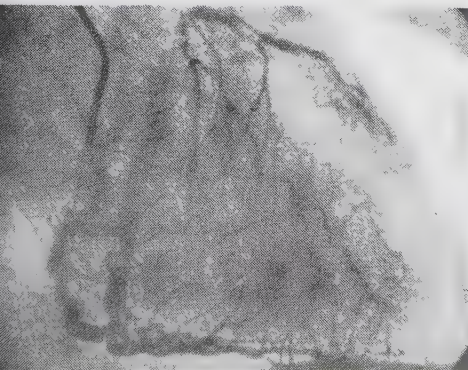


ENDSYSTOLISCH

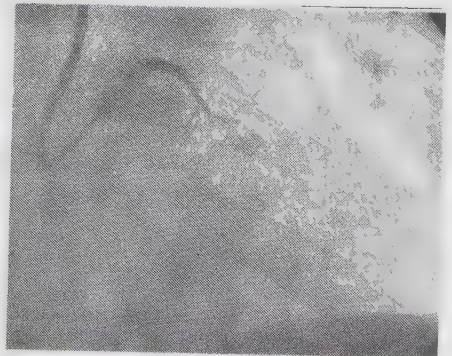


KORONAROGRAMM

RECHTE KRANZARTERIE



LINKE KRANZARTERIE



E K G

RUHE

BELASTUNG

50 W

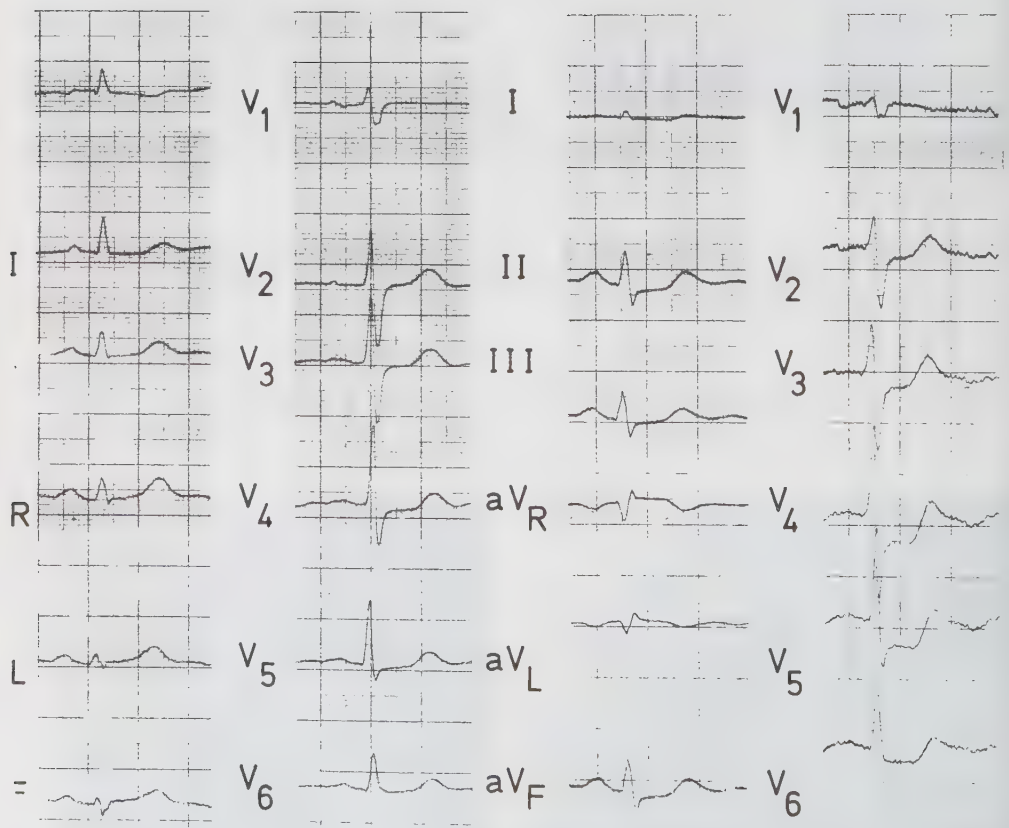


Abb. 1a

Koronarogramm eines 63-jährigen Patienten mit Angina pectoris gravis. Linker Ventrikel endsystolisch und enddiastolisch nicht vergrößert. Rechte Kranzarterie in rechtsschräger Position (ROP), linke Kranzarterie in rechtsschräger Position (ROP). Koronarerkrankung vom Typ R/D₄, lII, rIII, dIV, cIV = Rechtsversorgungstyp, diffuse 4-fach-Erkrankung. Über die Arteria interventricularis posterior stellt sich über Anastomosen der ramus circumflexus und der ramus descendens anterior der linken Kranzarterie dar.

Abb. 1b

Im Belastungs-EKG horizontale ST- Senkungen von V₂-V₆ bis 0,4 mV.

nach Sheffield ausgedrückt. Die durchschnittlich erreichte Frequenz ist sowohl für III- als auch für IV- gradige Stenosen bei den Patienten mit Anastomosen und Kollateralen niedriger als bei der Vergleichsgruppe. Der Unterschied beträgt bei Stenosegrad III 3,7 Prozent, bei Grad IV 8,5 Prozent. In Tabelle 19 und Zeichnung 5 werden beim gleichen Patientenkollektiv die erreichten Frequenzen weiter aufgeschlüsselt und ihre Verteilung bei Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen untersucht. Bei Stenosegrad III erreichen die meisten Patienten ohne Umgehungsgefäße eine Herzfrequenz von 70- 79 Prozent. Bei Stenosegrad IV erreichen die meisten der allerdings sehr kleinen Gruppe ohne Anastomosen und Kollateralen ebenfalls 70 -79 Prozent. Bei den Patienten mit Anastomosen und Kollateralen erfolgt der Abbruch der Belastung etwas früher. Die am häufigsten erreichte Frequenz liegt im Bereich von 50- 59 Prozent. Das gilt sowohl für die kleine Gruppe mit Schweregrad III als auch für Stenosegrad IV. In Hinblick auf die erreichte Frequenz verhalten sich also sowohl die Patienten mit als auch die ohne Anastomosen und Kollateralen in den verschiedenen angiographischen Stenosegraden ähnlich.

IV. Rhythmus- und Leitungsstörungen

Die Untersuchung der Rhythmus- und Leitungsstörungen umfaßt 448 Patienten, da 10 Patienten mit Linksschenkelblockbildern, die bei den anderen Kapiteln ausgeschlossen sind, hier mit einbezogen werden. Bei Allen bestand der Verdacht auf eine koronare Herzkrankheit, bei Einigen war durch die Rhythmus- und Leitungsstörungen die Indikation zur Koronarangiographie gegeben. Von den 448 Untersuchten haben 93, das sind 20,7

Prozent, vor oder während Belastung solche Störungen. Im Ruhe- Ekg (Tabelle 20) sind es mit 60 13,4 Prozent des Gesamtkollektivs. Betrachtet man deren Verteilung auf normale und pathologische Angiogramme, so findet man: Bei 227 Patienten mit hämodynamisch unwirksamen Gefäßveränderungen 16,3 Prozent, bei 221 Patienten mit Stenosen über 50 Prozent nur 10 Prozent Rhythmus- und Leitungsstörungen. In Tabelle 21 wird die gleiche Untersuchung für das Belastungs- Ekg gemacht. Der Anteil der Patienten mit Rhythmus- und Leitungsstörungen steigt auf 20 Prozent. Deren Prozentsatz bei Untersuchten mit normalen Angiogrammen beträgt jetzt 20,1 Prozent, bei solchen mit pathologischem koronarangiographischen Befund 20 Prozent. Es finden sich also Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen etwa gleich häufig bei Koronarkranken und - Gesunden , doch beträgt der Anstieg solcher Störungen bei Koronarkranken 10 Prozent und ist damit deutlicher als bei den Gesunden mit 4 Prozent.

In Tabelle 22 werden zunächst für das Ruhe- Ekg die Rhythmus- und Leitungsstörungen aufgeschlüsselt und ihr Zusammenhang mit dem Koronarangiogramm untersucht. Bei den 60 untersuchten Patienten werden 62 solcher Störungen gefunden. Bei den Reizbildungsstörungen sind die Extrasystolen am zahlreichsten vertreten. Weder für diese Arrhythmien noch für das Vorhofflimmern und-flattern läßt sich ein Zusammenhang mit dem koronarangiographischen Befund beweisen. Das gleiche gilt für die Reizleitungsstörungen, die in Tabelle 23 betrachtet werden. Sowohl bei den Rhythmus- als auch bei den Leitungsstörungen findet man zu etwa 60 Prozent normale und zu etwa 40 Prozent pathologische Angiogramme. In Tabelle 24 und in Zeichnung 6 wird deutlich, wie sich die Anzahl der einzelnen Störungen des Belastungs- Ekgs

Tabelle 20

Patienten mit und ohne Rhythmus- und Leitungsstörungen im
Ruhe-EKG bei den einzelnen Stenosegraden. (n=448 Patienten)

Stenose- grade	Ruhe - EKG		Gesamt
	mit Rhythmus/Lei- tungsstörungen	ohne Rhythmus/Lei- tungsstörungen	
0	28	130	158
I	6	31	37
II	3	29	32
III	10	80	90
IV	13	118	131
Gesamt	60	388	448

Tabelle 21

Patienten mit und ohne Rhythmus- und Leitungsstörungen im Belastungs-EKG bei den einzelnen Stenosegraden. (n=448 Patienten)

Stenose- grade	Belastungs - EKG		Gesamt
	mit Rhythmus/Lei- tungsstörungen	ohne Rhythmus/Lei- tungsstörungen	
0	39	119	158
I	4	33	37
II	3	29	32
III	15	75	90
IV	29	102	131
Gesamt	90	358	448

Tabelle 22

Koronarangiographische Befunde bei den einzelnen
Rhythmusstörungen im Ruhe-EKG. (n = 24)

Rhythmusstörungen	Stenosegrad		Gesamt
	0, I, II	III, IV	
Ventrikuläre Extrasystolen	6	8	14
Supraventrikuläre Extrasystolen	4	1	5
Vorhofflimmern Vorhofflattern	4	1	5
Gesamt	14	10	24

Tabelle 23

Koronarangiographische Befunde bei den einzelnen Leitungs-
störungen im Ruhe-EKG. (n = 38)

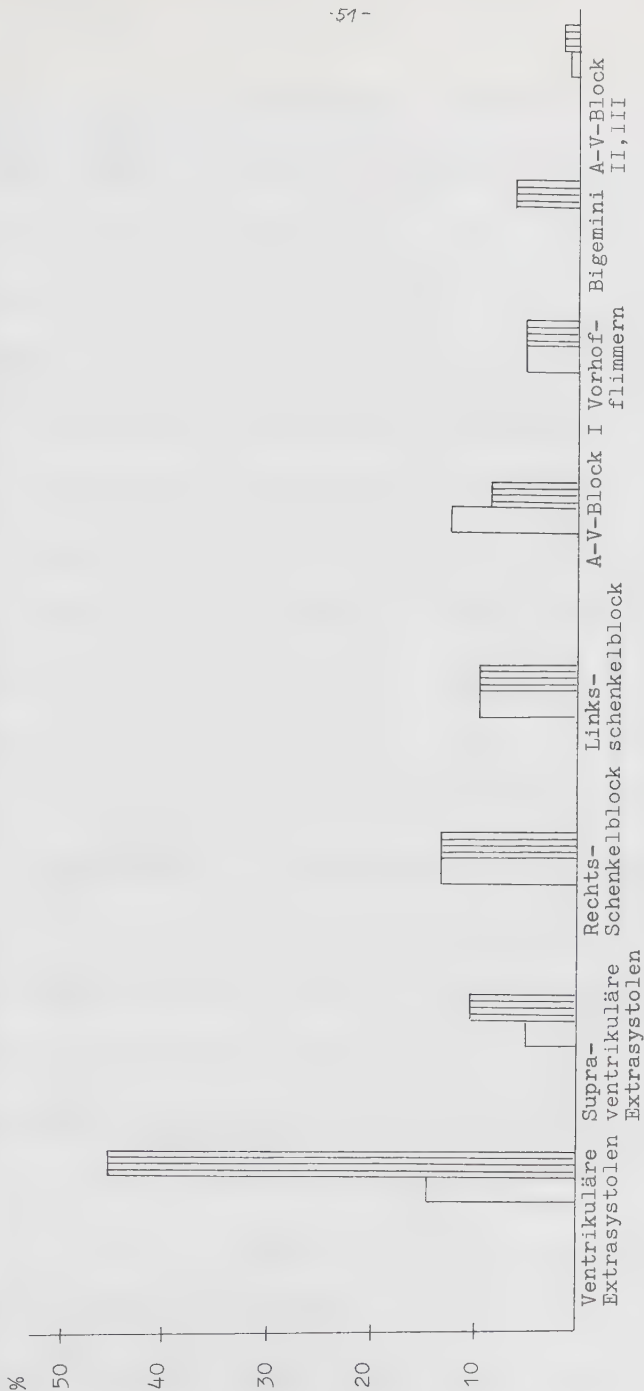
Leitungsstörungen	Stenosgrad		Gesamt
	0, I, II	III, IV	
A - V -Block I	7	6	13
A - V -Block III	1	0	1
Inkompleter Rechtsschenkelblock	3	2	5
Kompletter Rechtsschenkelblock	7	2	9
Linksschenkelblock	6	4	10
Gesamt	24	14	38

Tabelle 24Rhythmus- und Leitungsstörungen im Ruhe- und Belastungs-EKG

(n = 448 Patienten)

Rhythmus- Leitungsstörungen	Ruhe	Belastung	Differenz: Ruhe Belastung
Ventrikuläre Extrasystolen	14	46	32
Supraventrikuläre Extrasystolen	5	11	6
Rechtsschenkelblock	14	14	0
Linksschenkelblock	10	10	0
A-V-Block I	13	8	5
Vorhofflimmern vorhofflattern	5	5	0
Bigemini	0	7	7
A-V-Block II, III	1	2	1
Gesamt	62	101	39

Rhythmus- und Leitungsstörungen im Ruhe- und Belastungs-EKG. (100% = alle im Belastungs-EKG aufgetretenen Rhythmus- und Leitungsstörungen) = Ruhe-EKG = Belastungs-EKG



im Vergleich zum Ruhe- Ekg verändert. Bei Belastung haben 90 Patienten insgesamt 101 Rhythmus- und Leitungsstörungen, die Anzahl der Störungen pro Patient wird demnach größer als in Ruhe. In der Zeichnung werden die Veränderungen in Prozent aller aufgetretenen Störungen (=101) aufgetragen. Der Anstieg ist bei den ventrikulären Extrasystolen mit 32 Prozent am deutlichsten, gefolgt von den Bigemini mit 7 Prozent und den supraventrikulären Extrasystolen mit 6 Prozent. Dabei treten sowohl supraventrikuläre als auch ventrikuläre Extrasystolen zum größten Teil kurz nach Abbruch der Belastung auf (Tabelle 25). Betrachtet man die Zahl der pathologischen Koronarangiogramme in den verschiedenen Gruppen (zu Beginn, während und nach Belastung), so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Da bei Belastung eine bestehende Koronarinsuffizienz manifest wird, besteht der Verdacht, daß die bei Belastung vermehrt auftretenden Rhythmus- und Leitungsstörungen ebenfalls durch die Koronarinsuffizienz bedingt sind. Sie werden in Tabelle 26 untersucht. In der Tabelle sind 64 Arrhythmien enthalten, die im Belastungs- Ekg gefunden wurden. Davon haben 28 (=43 Prozent) ein normales Koronarangiogramm. Betrachtet man die einzelnen Rhythmusstörungen, so findet sich bei den supraventrikulären Extrasystolen bei 7 von 11, beim Bigeminus bei 3 von 7 ein normales Koronarangiogramm. Es besteht also kein deutlicher Zusammenhang mit dem koronarangiographischen Befund. Von den 46 Patienten, bei denen ventrikuläre Extrasystolen unter Belastung auftraten, haben 60 Prozent hämodynamisch wirksame Stenosen. Außerdem läßt sich aus der Tabelle ersehen, daß bei den koronarkranken Patienten mit ventrikulären Extrasystolen im Belastungs- Ekg dreimal so häufig IV-gradige Stenosen

Tabelle 25

Zeitliches Auftreten von Extrasystolen im Belastungs-EKG. (n=57)

Zeit- punkt	Angio- gramm	Rhythmusstörungen		Gesamt
		Supra- ventrikuläre Extrasystolen	Ventrikuläre Extrasystolen	
Beginn der Belastung	normal	0	3	3
	path.	0	6	6
	gesamt	0	9	9
Maximale Belastung	normal	2	4	6
	path.	1	8	9
	gesamt	3	12	15
Kurz nach Belastung	normal	5	11	16
	path.	3	14	17
	gesamt	8	25	33
Gesamt		11	46	57

Tabelle 26

Koronarangiogramm und Extrasystolen unter Belastung. (n = 64)

Rhythmus- störungen	S t e n o s e g r a d					Gesamt
	0	I	II	III	IV	
Ventrikuläre Extrasystolen	15	1	2	7	21	46
Supra- ventrikuläre Extrasystolen	4	2	1	1	3	11
Bigeminus	3	0	0	2	2	7
Gesamt	22	3	3	10	26	64

auftreten wie III- gradige Einengungen. Die Frage, ob sich die bei Belastung auftretenden Extrasystolen auf die St- Veränderungen im Ekg auswirken, wird in Tabelle 27 untersucht. Bei den Patienten mit Extrasystolen (sowohl ventrikulär als auch supraventrikulär) treten zu 47 Prozent St- Senkungen auf, bei den Patienten ohne diese Arrhythmien zu 46 Prozent. Auch bei Aufschlüsselung in richtig und falsch positive Belastungs- Ekg's findet man bei den Patienten mit positiven Belastungstests kein gehäuftes Auftreten von ventrikulären Extrasystolen. Bei 46 Patienten mit ventrikulären Extrasystolen waren:

falsch positiv: 27,3 Prozent

richtig positiv: 60,7 Prozent

Bei 392 Patienten ohne ventrikuläre Extrasystolen waren:

falsch positiv: 23 Prozent

richtig positiv: 73 Prozent

Wie Tabelle 28 zeigt, kann das Auftreten von Aneurysmen nicht als einzige Erklärung für die Entstehung ventrikulärer Extrasystolen herangezogen werden. Bei 28 Patienten, die ein pathologisches Angiogramm und ventrikuläre Extrasystolen zeigen, haben 25 Prozent Aneurysmen, bei den 189 mit pathologischem Koronarangiogramm und ohne ventrikuläre Extrasystolen ist mit 24,3 Prozent die Differenz dazu unerheblich.

Tabelle 27

Rhythmusstörungen und Ischämiezeichen im Belastungs-EKG in
Beziehung zum angiographischen Befund. (n=57)

Rhythmus- störungen	Stenosegrad 0, I, II		Stenosegrad III, IV		Gesamt
	EKG:		EKG:		
	Ischämiezeichen		Ischämiezeichen		
	nein	ja	nein	ja	
Supra- ventrikuläre Extrasystolen	6	1	0	4	11
Ventrikuläre Extrasystolen	14	4	11	17	46
Gesamt	20	5	11	21	57

Tabelle 28

Rhythmusstörungen und Herzwandaneurysmen.

(n=217 Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen)

Koronar- angiogramm	Belastungs-EKG		Gesamt
	mit ventrikulären Extrasystolen	ohne ventrikulären Extrasystolen	
mit Aneurysma	7	46	53
ohne Aneurysma	21	143	164
Gesamt	28	189	217

D. Diskussion

I. Koronarangiographische Befunde

Bei Betrachtung der koronarangiographischen Befunde stimmen unsere Ergebnisse mit denen zahlreicher anderer Untersucher überein. So hat Lichtlen (31) den Zusammenhang zwischen Versorgungstyp und hämodynamisch wirksamer Koronarerkrankung geprüft und ebenso wie wir keine signifikanten Unterschiede gefunden.

Die Verteilung der Stenosegrade auf die einzelnen Koronargefäße wurde ebenfalls von Lichtlen (31) ausführlich untersucht. Auch er fand, daß bei der rechten Kranzarterie die IV- gradigen Stenosen überwiegen, während beim ramus descendens anterior III- gradige Stenosen häufiger sind. Er erklärt dieses Phänomen damit, daß die rechte Kranzarterie mehr Anastomosen empfängt als der ramus descendens anterior. Dadurch werden eventuell hochgradige Stenosen in diesem Bereich häufiger überlebt und angiographiert. Während bei unserem Patientekollektiv pro Patient durchschnittlich 2,8 Koronargefäße arteriosklerotisch verändert sind (Stenosegrad I - IV), findet Sones (49) bei 1000 Untersuchten durchschnittlich 2,2 , Lichtlen (31) bei 250 Patienten 2,3 veränderte Gefäße. Abweichend von einigen anderen Untersuchern (8,22,31,44), bei denen die Arteria coronaria dextra bevorzugt stenosierte ist, zeigt in unseren Untersuchungen der ramus descendens anterior am häufigsten Veränderungen. In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen findet Lichtlen (31) weiterhin, daß der ramus circumflexus der linken Kranzarterie selten isolierte hämodynamisch wirksame Stenosen aufweist. Er erklärt die Verteilung damit, daß solche

Patienten länger beschwerdefrei bleiben und somit auch später angiographiert werden.

II. Anastomosen und Kollateralen

1. Ergebnisse und Folgerungen.

Von 217 Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen haben 57 Prozent Anastomosen und Kollateralen. Bei Koronareinengungen unter 50 Prozent werden keine derartigen Gefäße gefunden. Für ihre Ausbildung ist die Stärke der Verengung und die Anzahl der Stenosen von Bedeutung. Bei Stenosegrad IV sind signifikant mehr Umgehungsgefäße vorhanden als bei Stenosegrad III. Je mehr Gefäße stenosierte sind, desto mehr Anastomosen und Kollateralen werden ausgebildet. Das gilt für III- und IV- gradige Stenosen in gleichem Maße. Bei den IV- gradigen Stenosen ist der Stenosegrad für die Entstehung von Anastomosen und Kollateralen von weitaus größerer Wichtigkeit als die Kombination mit III- gradigen Stenosen. Bei allen möglichen Kombinationen zwischen Stenosegrad III und IV steigt die Zahl dieser Gefäße steil an, sobald eine IV- gradige Stenose enthalten ist. Bei einer Verengung der rechten Kranzarterie werden mehr Anastomosen und Kollateralen gefunden als bei Befall des ramus descendens und des ramus circumflexus der linken Koronararterie. Isolierte Kollateralen sind bei allen Gefäßverengungen zahlenmäßig gering vertreten, während Anastomosen und die Kombination beider in wechselnder Häufigkeit auftreten.

Wie sich aus diesen Untersuchungen ergibt, treten Anastomosen und Kollateralen nur bei schweren Koronarveränderungen als letzter Kompensationsmechanismus des Herzens auf. Es

ist daher verständlich, daß sie sich auf die Ergebnisse des Belastungs- Ekgs nicht in einer Verringerung der ischämiebedingten St- Senkungen auswirken. Sowohl beim pauschalen Vergleich als auch bei Untersuchung der einzelnen Stenosegrade und der besonders stark ausgeprägten Umgehungsgefäße werden bei den Patienten mit Anastomosen und Kollateralen ebensoviele pathologische Ekgs gefunden wie bei der Vergleichsgruppe. Bei den Untersuchten mit Anastomosen und Kollateralen wird bei mehr Patienten die Belastung wegen St- Senkung vor Erreichen der submaximalen Herzfrequenz abgebrochen. Ihre mittlere erreichte Frequenz liegt bei Stenosegrad III um 3,7 Prozent, bei Stenosegrad IV um 8,5 Prozent niedriger als bei den Patienten ohne Anastomosen und Kollateralen. Bei den meisten Patienten mit Anastomosen und Kollateralen wird die Belastung bei einer Frequenz von 50-59 Prozent unterbrochen, während bei der Vergleichsgruppe das Maximum bei 70-79 Prozent der maximalen Herzfrequenz liegt. Diese Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant. Man kann sie vielleicht als Hinweis dafür verstehen, daß die Patienten mit Anastomosen und Kollateralen ihrer schwereren Koronarerkrankung wegen weniger leistungsfähig sind als die Kontrollgruppe ohne solche Kompensationsmechanismen.

2. Diskussion mit der Literatur.

In ausführlichen postmortalen Studien untersuchte Büchner (7) die Anastomosen- und Kollateralenbildung am Herzen. Die Blutversorgung poststenotischer Bezirke erfolgt über das "erweiterte Kapillarnetz" von anderen Gefäßabschnitten aus. Dabei ist die Zeit von Bedeutung, in der die Durchblu-

tungsstörung sich entwickelt. Entsteht die Verengung langsam, so kann die Umschaltung des Blutstromes allmählich erfolgen. Sie ist umso erfolgreicher, je mehr sich die Anastomosen und Kollateralen ausweiten und eine stärkere Durchströmung ermöglichen. Der stärkste Reiz für die Ausbildung funktionstüchtiger Anastomosen und Kollateralen ist der Verschluß der Koronararterie (4,5). Als Folge des entstehenden Druckgradienten kommt es zu einer Mehrdurchblutung der kleinen, bisher funktionslosen Gefäßverbindungen von benachbarten Arterienabschnitten (30).

Gemeinsam mit zahlreichen anderen Untersuchern beschreibt Büchner(7) beim gesunden Herzen das Vorkommen von Anastomosen in etwa 10 Prozent der Fälle. Diese Gefäße liegen in einer Größenordnung von nur 200 μ . Bei allem Arbeiten, in denen Koronarangiographien am lebenden Herzen beschrieben werden, sind nur bei schwerer Koronarerkrankung Anastomosen und Kollateralen gefunden worden (2,19,31,42,43), da durch die verwendete Technik kleine Gefäße der obengenannten Größenordnung nicht mehr erfaßt werden können. Die Umgehungsgefäße werden bei Bartel (2) erst bei einer Stenosierung von 70 Prozent, bei Harris (19) von 75 Prozent gefunden. Lichtlen (31) beschreibt bei Stenosen von 50-79 Prozent 0,8 Prozent, bei noch stärkeren Verengungen 40 Prozent Anastomosen und Kollateralen. Daß bei dem von uns untersuchten Krankengut bereits bei Einengungen von 50-75 Prozent 16 Prozent dieser Gruppe Anastomosen und Kollateralen zeigen, die bei Stenosen über 75 Prozent auf 85 Prozent ansteigen, hat verschiedene Ursachen: Ob solche Gefäße gesehen werden und wie sie beurteilt werden, hängt von der Untersuchungstechnik und vom Untersucher ab. Es ist bisher noch nicht gelungen, solche Gefäße in Ausdehnung und Größe allgemein

gültig zu klassifizieren, sie werden daher von verschiedenen Untersuchern verschieden beschrieben. Friesinger (12) gibt in diesem Zusammenhang an, daß unter bestimmten Umständen (gleich nach Kontrastmittelinjektion, Einnahme von Medikamenten) bei Patienten Anastomosen und Kollateralen gefunden werden, die zu einem anderen Zeitpunkt nicht mehr gesehen werden können. Unterschiedliche Technik und Beurteilung sind möglicherweise auch der Grund für die schwankenden Zahlenangaben. Harris (19) findet bei 181 Patienten 21 Prozent Anastomosen und Kollateralen. In seiner Untersuchung sind nur solche Gefäße enthalten, durch die ein größeres Gefäß retrograd aufgefüllt wird. Im Gegensatz dazu werden, wie bei den meisten Untersuchern, auch in unserer Arbeit Anastomosen und Kollateralen lediglich als Beschreibung eines anatomischen Zustandes angesehen. Es sind daher alle Gefäßverbindungen enthalten, die zu dem poststenotischen Bereich führen. Most et al. (43) findet bei 65 Patienten mit Angina pectoris 66 Prozent, Miller (42) bei 104 Patienten mit schwerer Koronarerkrankung 67 Prozent, Lichtlen (31) 40 Prozent Anastomosen und Kollateralen bei 256 Patienten mit totalen und subtotalen Gefäßstenosen. Der bei unserem Krankengut gefundene Prozentsatz liegt mit 57 Prozent in vergleichbarer Größenordnung.

Daß das Auftreten von Anastomosen und Kollateralen mit der Anzahl der stenosierten Gefäße zunimmt, wurde von mehreren Autoren bestätigt. Harris (19), Bartel (2), Most et al. (43) und Miller (42) kamen zu diesem Ergebnis. Bei dem in dieser Arbeit untersuchten Patientenkollektiv konnte der gleiche Zusammenhang auch für Stenosen von 50-75 Prozent gefunden werden. Es kann also übereinstimmend festgestellt werden, daß umso mehr Anastomosen und Kollateralen ausge-

bildet werden, je schwerer die Koronarerkrankung ist. Auch die Lokalisation ist für die Ausbildung von Umgehungskreisläufen wichtig. Lichtlen (31) stellte fest, daß bei Stenosen der rechten Kranzarterie sowohl der ramus descendens als auch der ramus circumflexus der linken Koronararterie zur Anastomosenbildung beiträgt. Befindet sich der Verschluss dagegen im ramus descendens anterior oder im ramus circumflexus der linken Kranzarterie, so erfolgt die Versorgung des poststenotischen Bereiches nur von jeweils einem Gefäß. Bei beiden handelt es sich dabei um die rechte Kranzarterie. Damit läßt sich erklären, weshalb bei Stenosen der rechten Kranzarterie häufiger Anastomosen und Kollateralen ausgebildet werden als bei anderen Gefäßen. In unserer Untersuchung bei Patienten mit nur einer IV- fach- Erkrankung wird das bestätigt.

Beim Vergleich mit dem Belastungs- Ekg wird den Anastomosen und Kollateralen häufig eine Schutzfunktion zugeschrieben, die das Myokard vor Ischämieschäden bewahren soll. So werden sie unter anderem von Blümchen (6), Sheldon (48), Risker (45), Martinez- Rios (35) und Kubicek (27) als mögliche Erklärung falsch negativer Ekgs in Erwägung gezogen. Diese Theorie kann nicht bestätigt werden. Harris (19), der 181 Patienten mit gleich schwerer Koronarkrankheit (Stenose von 75 Prozent bei mindestens einem Gefäß) vergleicht, findet 89,2 Prozent positive Belastungstests bei Patienten mit und 70 Prozent bei solchen ohne Anastomosen und Kollateralen. Auch bei Most et al. (43) ist der Anteil der positiven Belastungs- Ekgs bei den Untersuchten mit Umgehungsgefäßen (14 von 22 = 63 Prozent) etwas größer als ohne solche Kompensationsmechanismen (11 von 22 = 50 Prozent). Er verwendete die Stufenbelastung nach Masters.

Von beiden Autoren wurde ein Ekg als positiv bewertet, wenn es eine St- Senkung von mindestens 1 mm aufwies. In Übereinstimmung mit diesen Untersuchungen und mit denen Millers (42) wird auch bei unseren Ergebnissen kein signifikanter Unterschied in der Anzahl pathologischer St- Veränderungen bei Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen gefunden. Abweichend davon findet Bartel (2) bei den Untersuchten mit Umgehungsgefäßen mit 75 Prozent signifikant mehr positive Belastungs- Ekgs als bei denjenigen ohne solche Gefäße (47 Prozent). Bei ihm wird ein Belastungs- Ekg dann als pathologisch bewertet, wenn es um mindestens 1 mm von der St- Linie des Ruhe- Ekgs abweicht. Die Meinung, daß Anastomosen und Kollateralen dem ischämiegefährdeten Herzen keinen Schutz bieten können, wird auch von Helfant (21) untermauert. Bei Patienten mit und ohne Anastomosen und Kollateralen findet er keinen signifikanten Unterschied beim Auftreten von Herzinfarkten. Aus den vorliegenden Untersuchungen ergibt sich, daß Anastomosen und Kollateralen die ischämiebedingten St- Senkungen nicht verringern. Normale Ekgs bei hämodynamisch wirksamen Koronarstenosen müssen daher anders erklärt werden: Die Einteilung, nach der ein angiographischer Befund in Stenosegrade untergliedert wird, beruht auf der Einschätzung des Untersuchers, wobei im Grenzbereich Schwankungen in beide Richtungen nicht zu vermeiden sind. Die Übergänge zwischen den Stenosegraden sind also fließend. Außerdem wird bei der Beurteilung einer Enge ihre Länge und Ausdehnung nicht miterfaßt, noch ist enthalten, ob der Ast in seinem proximalen oder im distalen Bereich verschlossen ist. Diese Faktoren sind jedoch wichtig für die Sauerstoffversorgung des Myokards, die im Belastungs-

Ekg ihren Ausdruck findet. Auch der ramus diagonalis, der im angiographischen Befund nicht enthalten ist, kann in manchen Fällen ausreichen, um einen Ischämieschaden des Herzens zu verhindern. Ob eine St- Senkung im Ekg gesehen wird, hängt weiterhin von der Lokalisation des geschädigten Bereiches ab, die bei ungünstiger Projektion die Wiedergabe im Ekg verhindert. Die Wirkung von Anastomosen und Kollateralen auf das Belastungs- Ekg im Sinne eines Schutzes kann in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Sie sind vielmehr immer Ausdruck eines schweren und ausgedehnten arteriosklerotischen Prozesses.

III. Rhythmus- und Leitungsstörungen

1. Ergebnisse und Folgerungen

Von 448 Patienten zeigen 21 Prozent vor oder während Belastung Rhythmus- und Leitungsstörungen. Im Ruhe- Ekg sind es 13,4 Prozent, beim Belastungstest 20 Prozent der Untersuchten. Sowohl in Ruhe als auch bei Belastung haben die Patienten mit Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen häufiger normale Koronarangiogramme. Doch nimmt während Belastung bei den Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen die Anzahl der Rhythmus- und Leitungsstörungen stärker zu (Differenz zu Ruhe: 10 Prozent) als bei den Patienten mit intakten Koronargefäßen (Differenz: 4 Prozent). Die Tatsache, daß die hämodynamisch unwirksamen Stenosen überwiegen, spricht dafür, daß Rhythmus- und Leitungsstörungen nicht als Hinweis für eine Koronarerkrankung gedeutet werden dürfen.

Bei Prüfung der verschiedenen Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen, die in Ruhe auftraten, findet sich kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Rhythmus- und Leitungs-

störungen und hämodynamisch wirksamen Stenosen im koronar-angiographischen Befund. Im Belastungs- Ekg ergibt sich eine deutliche Zunahme der ventrikulären Extrasystolen gegenüber dem Ruhe- Ekg (um 32 Prozent aller aufgetretenen Störungen), während Bigemini mit 7 Prozent und supraventrikuläre Extrasystolen mit 6 Prozent weniger stark ansteigen. Die Zahl aller übrigen Störungen bleibt gleich oder nimmt ab.

Der Vergleich der bei Belastung vermehrt auftretenden Störungen mit dem Koronarangiogramm erbringt, daß supraventrikuläre Extrasystolen und Bigemini etwa zu gleichen Teilen normale und pathologische angiographische Befunde aufweisen. Das gleiche gilt für Patienten mit ventrikulären Extrasystolen im Belastungs- Ekg, doch zeigen diese dreimal häufiger IV- gradige Stenosen als III- gradige Stenosen. Möglicherweise läßt sich das als Hinweis dafür deuten, daß diese Rhythmusstörungen bei vorhandener koronarer Herzkrankheit Ausdruck einer besonders schweren arteriosklerotischen Gefäßveränderung sind. Die Anzahl pathologischer St- Senkungen und das Vorkommen von Aneurysmen waren bei Patienten mit Extrasystolen nicht häufiger als bei der Vergleichsgruppe ohne diese Arrhythmien.

2. Diskussion mit der Literatur.

In einigen alten Arbeiten (37,38) werden Rhythmusstörungen als Ischämiekriterium verwendet, eine Auffassung, die inzwischen meist angezweifelt wird. Einige Autoren vergleichen in diesem Zusammenhang Rhythmusstörungen, die bei Belastung auftraten, mit den klinischen Symptomen der Koronarerkrankung (28,39) und stellen fest, daß Arrhythmien nicht als Ischämiekriterien gewertet werden können. In vielen

Arbeiten werden die Rhythmusstörungen mit den St- Veränderungen im Belastungs- Ekg verglichen. So findet Anderson (1) bei 119 Patienten, die zum Teil nach Masters, zum Teil fahrrad-ergometrisch belastet wurden, häufiger Rhythmusstörungen bei Patienten mit positivem Belastungstest. Doch ist der Unterschied nicht statistisch signifikant. Berkson (3) und andere (14,29) finden, daß ventrikuläre Extrasystolen bei positiven und negativen Belastungs- Ekgs gleich häufig sind. Die bei uns gefundenen Ergebnisse stimmen damit überein.

Im Vergleich mit dem Angiogramm, das die Koronarerkrankung objektiviert, findet Anderson (1) keine Verbesserung der Ergebnisse, als er die Rhythmusstörungen zu den Ischämiekriterien addierte. Kubicek (27) findet bei 31 Patienten mit Rhythmusstörungen und St- Senkungen im Belastungs- Ekg nur pathologische Angiogramme, während ein Patient mit Rhythmusstörungen und ohne St- Veränderung einen normalen angiographischen Befund aufweist. Er hat insgesamt 156 Patienten mit dem Fahrradergometer belastet. Sein Ergebnis, daß Rhythmusstörungen, die zusammen mit St- Senkungen auftreten, als Hinweis für eine Koronarerkrankung gelten können, wurde durch unsere Untersuchung bei 448 Patienten nicht bestätigt. Im Unterschied zu Rieker (45), der Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen als positiven koronarpathologischen Befund wertet, stimmt unser Ergebnis, nach dem Rhythmusstörungen allein weder im Ruhe- noch im Belastungs- Ekg als Zeichen einer Koronarkrankheit zu werten sind, mit den meisten Autoren überein (1,16,17,28,29,33,39).

Die Sonderstellung der ventrikulären Extrasystolen dabei ist umstritten. Linhard (33) findet von 178 untersuchten Patienten bei 13 ventrikuläre Extrasystolen unter Belastung. In dieser Gruppe sind Patienten mit und ohne Koronarer-

krankung gleichmäßig verteilt. Mann und Burchell (34) beschreiben, daß Patienten mit ventrikulären Extrasystolen in Ruhe seltener klinische Hinweise einer Koronarerkrankung zeigen als Patienten mit solchen Störungen bei Belastung. Goldschlager (15) vertritt die Ansicht, bei Patienten mit bekannter Koronarkrankheit ventrikuläre Arrhythmien als Zeichen einer besonders schweren koronaren und myokardialen Erkrankung zu werten. Unsere Ergebnisse scheinen diese Meinung zu bestätigen

Zusammenfassung

Bei 448 Patienten wird die im Koronarogramm erkennbare Röntgenanatomie des Koronargefäß-Systems unter besonderer Berücksichtigung von Kollateralen und Anastomosen mit dem Belastungs-Elektrokardiogramm verglichen und die Häufigkeit von Störungen der Reizbildung und Erregungsleitung analysiert.

Von 217 Patienten mit haemodynamisch wirksamer Koronarstenose konnten in 57 % der Fälle im Koronarogramm Kollateralen und Anastomosen nachgewiesen werden. Die Häufigkeit der Kollateralversorgung nimmt mit dem Schweregrad und der Ausdehnung der Koronargefäßkrankung zu. So zeigen Patienten mit einer Ein-Gefäßkrankung in 29 %, Patienten mit einer Drei-Gefäßkrankung in 83 % der Fälle Anastomosen und Kollateralen. Anastomosen und Kollateralen sind bei Verschuß der rechten Kranzarterie am häufigsten ausgebildet. Es folgen der Ramus interventricularis anterior und der Ramus circumflexus der linken Kranzarterie. Voraussetzung für die Entwicklung von Kollateralen und Anastomosen ist eine höhergradig stenosierende, das Lumen mindestens 50%ig reduzierende Koronarsklerose.

Ischaemiereaktionen im Belastungs-Elektrokardiogramm werden bei Koronarkranken mit und ohne Kollateralen und Anastomosen unter der Voraussetzung submaximaler Belastung gleich häufig gefunden. Damit ist nachgewiesen, daß eine Normalisierung der Koronarreserve durch diese biologische Reparation nicht erreicht wird.

Von den 448 Patienten zeigen 13,4 % im Ruhe-Elektrokardiogramm und 20 % im Arbeitsversuch Störungen der Reizbildung und Erregungsleitung. Eine Zunahme von Rhythmusstörungen während der Ergometrie erfolgt ausschließlich auf Kosten ventrikulärer Extrasystolen. Rhythmusstörungen des Herzens finden sich bei Koronarkranken und Patienten ohne Koronarinsuffizienz gleich häufig und unabhängig von der Ausbildung von Kollateralen und Anastomosen. Störungen der Reizbildung und Reizleitung können somit keineswegs als Äquivalent einer Angina pectoris und damit nicht als Indikator einer koronaren Herzerkrankung gewertet werden.

F. Literaturangaben

1. Anderson, M.D., G.B. Lee, B.C. Campion, K. Amplatz, Naip Tuna:
Cardiac dysrhythmias associated with exercise stress testing.
Amer. J. Cardiol. 30:763 (1972).
2. Bartel, A.G., V.S. Behar, R.H. Peter, E.S. Orgain, Yihong Kong:
Graded exercise stress test in angiographically documented coronary artery disease.
Circulation 49: 348 (1974).
3. Berkson, D.M., J. Stamler, W. Jackson:
The precordial electrocardiogram during and after strenuous exercise.
Amer. J. Cardiol. 18:43 (1966).
4. Berne, R.M., R. Rubio:
Acute coronary occlusion: Early changes that induce coronary dilatation and the development of collateral circulation.
Amer. J. Cardiol. 24:776 (1969).
5. Bloor, C.M., A.A. Liebow:
Coronary collateral circulation.
Amer. J. Cardiol. 16:238 (1965).
6. Blümchen, G., A. Kiefer, H. Roskamm, J. Waldmann, Ch. Büchner, H. Reindell:
Vergleich der koronarangiographischen Befunde von 127 Patienten mit Anamnese, Risikofaktoren für koronare Herzerkrankung, Ruhe- und Belastungs-Ekg.
Z. Kreislaufforsch. 58:149 (1968).
7. Büchner F.:
Die Koronarinsuffizienz in alter und neuer Sicht.
Boehringer, Mannheim 1970.

8. Cohen L.S., W.C. Elliot, M.D. Klein, R. Gorlin:
Coronary heart disease: Clinical, cinearteriographic and
metabolic correlations.
Amer. J. Cardiol. 17: 153 (1967).
9. Cohn P.F., P.S. Vokonas, M.V. Herman, R. Gorlin:
Postexercise electrocardiogram in patients with abnormal
resting electrocardiograms.
Circulation 43: 648 (1971).
10. Demany M.A., A. Tambe, H.A. Zimmermann:
Correlation between coronary arteriography and postexercise
electrocardiogram.
Amer. J. Cardiol. 19: 26 (1967).
11. Fitzgibbon G.M., G.W. Burggraf, T.D. Groves, J.O. Parker:
A double Master's two step test: Clinical, angiographic
and hemodynamic correlations.
Ann. Intern Med. 74: 509 (1971).
12. Friesinger G.C., R.O. Biern, J. Likar, R.E. Mason:
Exercise electrocardiography and vasoregulatory
abnormalities.
Amer. J. Cardiol. 30: 733 (1972).
13. Froelicher V.F., F.G. Yanowitz, A.J. Thompson, M.C. Lancaster:
The correlation of coronary angiography and the
electrocardiographic response to maximal treadmill
testing in 76 asymptomatic men.
Circulation 48: 597 (1973).
14. Goldberg A.W., J.R. Moran, R.W. Childers, et al.:
Results and correlations of multistage exercise tests
in a group of clinically normal business executives.
Amer. Heart J. 79: 194 (1970).
15. Goldschlager N., D. Cake, K. Cohn:
Exercise-induced ventricular arrhythmias in patients
with coronary artery disease. Their relation to angio-
graphic findings.
Amer. J. Cardiol. 31: 434 (1973).

16. Gooch, A.S., D. Connell:
Analysis of transient arrhythmias and conduction disturbances occurring during submaximal treadmill exercise testing.
Progr. Cardiovasc. Dis. 13:293(1970).
17. Gooch, A.S.:
Exercise testing for detecting changes in cardiac rhythm and conduction.
Amer. J. Cardiol. 30:741(1972).
18. Graef, V., H.J. Becker, G. Kober, M. Kaltenbach:
Evaluation of different antianginal drugs.
In: Coronary Heart Disease (M. Kaltenbach, P. Lichtlen eds.) . Thieme, Stuttgart, 1970.
19. Harris, C.N., M.A. Kaplan, D.P. Parker, W.S. Aranow, M.H. Ellestad:
Anatomic and functional correlates of intercoronary collateral vessels.
Amer. J. Cardiol. 30:611(1972).
20. Heeger, H.:
Die Kontrastdarstellung der Kranzgefäße.
Wien, Klin. Wschr. 83:854(1971).
21. Helfant, R.H., P.S. Vokonas, R. Gorlin:
Functional importance of the human coronary collateral circulation.
N. Engl. Med. 284: 1277(1971).
22. Hultgren, H., A. Calciano, F. Platt, H. Abrams:
A clinical evaluation of coronary arteriography.
Amer. J. Med. 42:228(1967).
23. Judkins, M.P.:
Selective coronary arteriography.
Radiology 89:815(1967).
24. Kaltenbach, M., P. Lichtlen:
Coronary Heart Disease.
Thieme, Stuttgart 1970.

25. Kaplan M.A., C.N. Harris, W.S. Aranow, D.P. Parker, M.H. Ellestad:
Inability of the submaximal treadmill stress test to predict the location of coronary disease.
Circulation 47: 250 (1973).
26. Kassebaum D.G., K.J. Sutherland, M.P. Judkins:
A comparison of hypoxemia and exercise electrocardiography in coronary artery disease.
Amer. Heart J. 75: 759 (1968).
27. Kubicek F.:
Ergometrische Untersuchungen, Korrelationen zur selektiven Koronarangiographie.
Herz/Kreislauf 5: 363 (1973).
28. Lamb L.E., R.G. Hiss:
Influence of exercise on premature contractions.
Amer. J. Cardiol. 10: 209 (1962).
29. Lepeschkin E., B. Surawicz:
Characteristics of true positive and false positive results of electrocardiographic Master's two-step exercise tests.
N. Eng. J. Med.: 258: 511 (1958).
30. Levin D.C.:
Pathways and functional significance of the coronary collateral circulation.
Circulation 50: 831 (1974).
31. Lichtlen P., P.C. Bertram, B. Preter:
Zur selektiven Koronarangiographie.
Arch. Kreislaufforsch. 79: 287 (1969).
32. Likoff W., H. Kasparian, B.L. Segal, H. Forman, B. Novack:
Coronary arteriography: Correlation with electrocardiographic response to measured exercise.
Amer. J. Cardiol. 18: 160 (1966).

33. Linhardt J.W., H.B.Turnoff:
Maximum treadmill exercise test in patients with abnormal control electrocardiograms.
Circulation 49: 667 (1974).
34. Mann R., M.B.Burchell:
Premature ventricular contractions and exercise.
Mayo Clin. Proc. 27: 383 (1952).
35. Martinez- Rios M.A., F.A.Bruto da Costa, E.Seldner, G.G.Gensin:
Normal electrocardiogram in the presence of severe coronary artery disease.
Amer. J. Cardiol. 25: 320 (1970).
36. Mason R.E., J.Likar, R.O.Biern, R.S.Ross:
Multiple- lead exercise electrocardiography: Experience in 107 normal subjects and 67 patients with angina pectoris, and comparison with coronary cinearteriography in 84 patients.
Circulations 36: 517 (1967).
37. Master A.M., R.Friedmann, S.Dack:
The electrocardiogram after standard exercise as a functional test of the heart.
Amer. Heart J. 24: 777 (1942).
38. Master A.M.:
The two- step exercise electrocardiogram: A test for coronary insufficiency.
Ann. Intern Med. 32: 842 (1950).
39. Master A.M., J.Rosenfeld:
Two- step exercise test: current status after twenty-five years.
Mod. Conc. Cardiovasc. Dis. 36: 19 (1967).
40. Master A.M.:
Exercise testing for evaluation of cardiac performance.
Amer. J. Cardiol. 30: 718 (1972).

41. Mc Conahay, D.R., B.D. Mc Callister, R.E. Smith:
Postexercise electrocardiography: Correlations with
coronary arteriography and left ventricular hemodynamics.
Amer.J.Cardiol. 28: 1(1971).
42. Miller, R.R., D.T. Mason, A. Salel et al.:
Detriments and functional significance of the coro-
nary collateral circulation in patients with coronary
artery disease.
Amer.J.Cardiol. 29:281(1972).
43. Most, A.S., H.G. Kemp, R. Gorlin:
Postexercise electrocardiography in patients with
arteriographically documented coronary artery disease.
Ann. Intern. Med. 71: 1043(1969).
44. Prouditt, W.L., E.K. Shirey, M. Sones:
Distribution of arterial lesions demonstrated by
selective cinecoronary arteriography.
Circulation 36:54(1967).
45. Riecker, G.:
Wertigkeit klinischer Belastungsprüfungen bei koro-
närer Herzkrankheit.
Deutsche med. Wschr. 98:891(1973).
46. Roitman, D., W.B. Jones, L.D. Sheffield:
Comparison of submaximal exercise ECG- test with
coronary cineangiocardigram.
Ann. Intern. Med. 72: 691(1970).
47. Sheffield, L.T., J.H. Holt, T.J. Reeves:
Exercise graded by heart rate in electrocardiographic
testing for angina pectoris.
Circulation 32:622(1965).
48. Sheldon, W.C.:
Pitfalls in the diagnosis of coronary atherosclerosis:
Role of cinecoronary arteriography.
In: Coronary Heart Disease. (Kaltenbach M., P. Lichtlen)
Thieme, Stuttgart 1970.

49. Sones ,F.M., E.K. Shirey:
Cinecoronaryarteriography.
Mod. Conc. Cardiovasc. Dis. 31:735(1962).
50. Stocksmeier U., H.Hofmann:
Automatische Auswertung von Ruhe- und Belastungs-Ekg.
Urban u. Schwarzenberg, München- Berlin- Wien,1970.
51. Wicovsky J.:
Dissertation: Belastungselektrokardiogramm und Koro-
narogramm. Vergleichende Untersuchung an 438 Patienten.
1976.

Copy - Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197